

Prix de mémoire de fin d'étude de la Fondation Xavier Bernard

ANNEE : 2022

TITRE : Trajectoires non linéaires et stabilité en dynamique des populations à l'échelle mondiale

AUTEUR : Maëlys BOËNNEC

ECOLE : Agrocampus Ouest

Laboratoire d'accueil : Équipe BioDICée, Institut des Sciences de l'Évolution de Montpellier (ISEM), UMR 5554

RAPPORTEURS : Christine KING, Dominique JOB

Résumé (français et anglais) (maximum 1000 caractères chacun, espaces compris)

(FR) La nature de la crise de la biodiversité est un sujet controversé. Il est aujourd'hui nécessaire de s'affranchir des anciens outils de quantification, tels que les indices généraux ou les modèles linéaires, et d'évoluer vers une caractérisation plus complexe des dynamiques. Nous avons analysé 2 786 séries temporelles d'abondance de populations en fusionnant les bases de données BioTIME et Living Planet Database. Ces séries temporelles ont été analysées via des polynômes du second degré et des mesures de stabilité adaptées, puis les sources potentielles de l'hétérogénéité résultant de ces modèles ont été questionnées. Nos analyses montrent que 22 % des populations étudiées présentent des dynamiques non linéaires, avec un déclin prononcé des amphibiens et une instabilité importante des populations marines. Ces résultats soulignent l'intérêt d'une telle approche et permettent d'envisager l'établissement de liens plus précis entre pressions et réponses de la biodiversité à l'échelle globale.

(EN) The nature of the biodiversity crisis is a controversial issue. It is yet necessary to overcome existing quantification tools, as global indices or linear models, and to evolve towards a more complex characterisation of dynamics. We analysed 2,786 abundance time series by merging the BioTIME and the Living Planet Databases. We used second order polynomials as well as adapted stability measures to study the populations. We questioned potential sources of heterogeneity resulting from these models. Our analyses show that 22% of the studied populations are driven by non linear dynamics, with a pronounced decline in amphibians and a significant instability of marine populations. These results highlight the potential of such an approach, and allow to consider establishing more precise links between pressures and responses of biodiversity at global scale.

Contexte et enjeux (figure possible)

Comme en témoignent les derniers rapports du WWF et de l'IPBES, la biodiversité fait face à une crise d'extinction majeure. Les causes immédiates qui ont été identifiées sont principalement la perte, la dégradation et la fragmentation des habitats, la surexploitation, la pollution, les espèces invasives et les changements climatiques. Face à ces déréglés, décrire et comprendre les dynamiques mondiales de la biodiversité sont des enjeux scientifiques et politiques majeurs. Pour autant, aucun consensus clair n'apparaît quant à la nature de la crise, et les liens entre pressions anthropiques et réponses de la biodiversité à large échelle restent mal compris. La multiplicité des approches et des mesures employées pour décrire les dynamiques de la biodiversité à cette échelle ont conduit à un débat au sein de la communauté scientifique concernant l'état global de la biodiversité : là où certains identifient un déclin global, d'autres n'ont pas trouvé de preuves d'un déclin systémique de la richesse spécifique. L'enjeu est donc de trouver des méthodes permettant de caractériser les dynamiques de la biodiversité de manière plus complète et consensuelle et de permettre à l'avenir l'établissement de liens entre pressions et réponses à large échelle.

Objectifs et méthodes (figure possible)

L'objectif de ce mémoire a été de tester si, et comment, des modèles conçus pour suivre la non-linéarité et la stabilité des populations pourraient aider à fournir une évaluation plus complète de l'état de la biodiversité à l'échelle mondiale.

Pour quantifier les tendances et la stabilité des populations et classer leurs trajectoires, nous avons utilisé deux bases de données, à savoir BioTIME et la Living Planet Database. Il s'agit de bases contenant des séries temporelles de populations concernant la plupart des taxons et réparties sur tout le globe. Les séries temporelles ont été sélectionnées sur la bases de critères temporels, méthodologiques, et de longueur. Il en résulte un ensemble final de données comprenant 2 786 séries temporelles, représentant 2 320 espèces et réparties sur 835 lieux géographiques différents.

Les tendances ont été étudiées via des modèles non-linéaires (modèles polynomiaux du second ordre) et via des modèles linéaires (state-space models). Pour quantifier la stabilité, nous avons utilisé cinq métriques différentes, notamment la variabilité globale et le changement de variabilité dans le temps. Nous avons également cherché à étudier l'influence des caractéristiques biogéographiques, des taxons, des traits au niveau des espèces et des pressions anthropiques (à travers le Global Human Footprint). Pour ce faire, nous avons utilisé des modèles linéaires généralisés à effets mixtes, avec comme variables à expliquer les sorties des modèles de tendance et de stabilité.

Points forts (avec deux figures significatives possibles)

Nous avons établi que 22% des trajectoires des populations étudiées étaient non linéaires, et que l'application de state-space models générerait 40% de fausses tendances constantes. Nous avons également mesuré la stabilité des trajectoires des populations. La relation négative entre l'évolution de la stabilité dans le temps et la vélocité a permis de confirmer notre intuition selon laquelle les populations en déclin sont aussi celles qui sont soumises à une instabilité croissante. Nous avons également essayé de rechercher les moteurs potentiels qui pourraient expliquer l'hétérogénéité observée entre les tendances et la stabilité. Aucune signature latitudinale liée au statut de conservation ou aux pressions anthropiques n'a été relevée. En revanche, les populations marines, ainsi que les plantes (tous domaines confondus), ont montré une plus grande variabilité globale que les autres groupes, même pour les populations ayant une tendance constante. En outre, les amphibiens se sont révélés être un groupe particulièrement menacé, avec des tendances significativement à la baisse.

Productions scientifiques (documents publiés, que ce soit guides méthodologiques, sites web, cahiers des charges, publications, brevets...)

Ce travail de mémoire n'a pas encore donné lieu à un article pour le moment, car dans le cadre de ma thèse nous avons jugé utile de construire une revue bibliographique approfondie quant à l'état actuel des connaissances en matière de biodiversité à l'échelle mondiale, mais il est certain que ces résultats seront mis à profit dans un article dans les années à venir.

Perspectives envisagées

À la suite de ce travail, nous avons monté un projet de thèse avec mes directeurs de mémoire (V. Devictor et V. Dakos) portant sur les concordances spatiales et temporelles des pressions anthropiques et des dynamiques de la biodiversité à l'échelle globale. Cette thèse se décompose en trois temps forts : une première étape visant à caractériser l'étendue du débat autour de la crise de la biodiversité, ainsi qu'à identifier les biais et les enjeux inhérents à ce dernier. La seconde étape consiste en une évaluation approfondie des tendances populationnelles d'un grand nombre d'espèces (basée principalement sur ces travaux de mémoire) et la troisième étape sera une analyse des relations entre les dynamiques temporelles des pressions et des populations.